

Tuomas Kela

SÄHKÖLABORATORION MOOTTORIKÄYTTÖJEN
KEHITTÄMINEN

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2017

SÄHKÖLABORATORION MOOTTORIKÄYTTÖJEN KEHITTÄMINEN

Kela, Tuomas
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2017
Ohjaaja: Tuomela, Jorma
Sivumäärä: 28
Liitteitä: 8

Asiasanat: sähkömoottori, ohjaus, kontaktori

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin sähkölaboratorion moottorikäyttöjen kehittämistä. Hankituille uusille sähkömoottoreille kehitettiin uusia ohjauslaitteita.

Tämä kehittämissuunnitelma sisältää yksityiskohtaiset selvennykset näiden uusien moottorien käytöstä ja toiminnasta joita voi hyödyntää oppimisessa. Ohjainlaitteiden kuvat auttavat havainnoimaan ne käytännössä ja tukevat näin myös tekstin sisältöä.

Opinnäytetyössä pyrittiin kehittämään oppimista käytännön läheisempään suuntaan. Uusien laboratorio laitteiden kytkentä on helpompaa ja näin ollen turvallisempaa. Uudet sähkömoottorit ja niiden käyttölaitteet ovat fyysisesti pienempiä joten niiden siirtäminen työpisteeltä toiselle helpottuu ja varastointi tilaa säästyy. Ohjainlaitteiden ja komponenttien uusista koteloista on tehty rakennuskuvat ja niitä voidaan hyödyntää myöhemmin uusien rakentamiseen.

DEVELOPING ELECTRIC LABORATORY ENGINE OPERATIONS

Kela, Tuomas

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

June 2017

Supervisor: Tuomela, Jorma

Number of pages: 28

Appendices: 8

Keywords: electric motor, control, contactor

In this thesis, the development of electric motor laboratory motors was planned. New control devices were developed for new electric motors.

This development plan provides detailed explanations on the use and operation of these new engines that can be utilized in learning. The images of the control devices help to observe them in practice and thus support the content of the text.

The aim of the thesis was to develop the learning into a more practical direction. Connecting new laboratory equipment is easier and therefore safer. New electric motors and their drive devices are physically smaller so their relocation from one workstation to another is easier and storage space is saved. New enclosures for control equipment and components have been constructed and can be used later for new construction.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	OIKOSULKUMOOTTORI.....	6
2.1	Rakenne.....	6
2.2	Toiminta.....	7
3	MOOTTORIKÄYTÖT	9
3.1	Suora painonappiohjaus	9
3.2	Suunnanvaihto.....	10
3.3	Taajuuskäyttö.....	11
3.4	Hätä-seis piiri	13
4	OHJAUS -JA SUOJAUSKOMPONENTIT	14
4.1	Moottorinsuojakytkin.....	14
4.2	Kontaktori	15
4.3	Lämpörele	16
4.4	Painonapit	17
5	KOMPONENTTIEN KOTELOINNIT JA PIIRIKAAVIOT	18
5.1	Moottorinsuojakytkin.....	18
5.2	Kontaktori, lämpörele -ja apukosketinmoduuli	20
5.3	Suunnanvaihtokontaktorit ja apukosketinmoduulit	22
5.4	Painonapit	24
6	YHTEENVETO	27
	LÄHTEET	28
	LIITTEET	

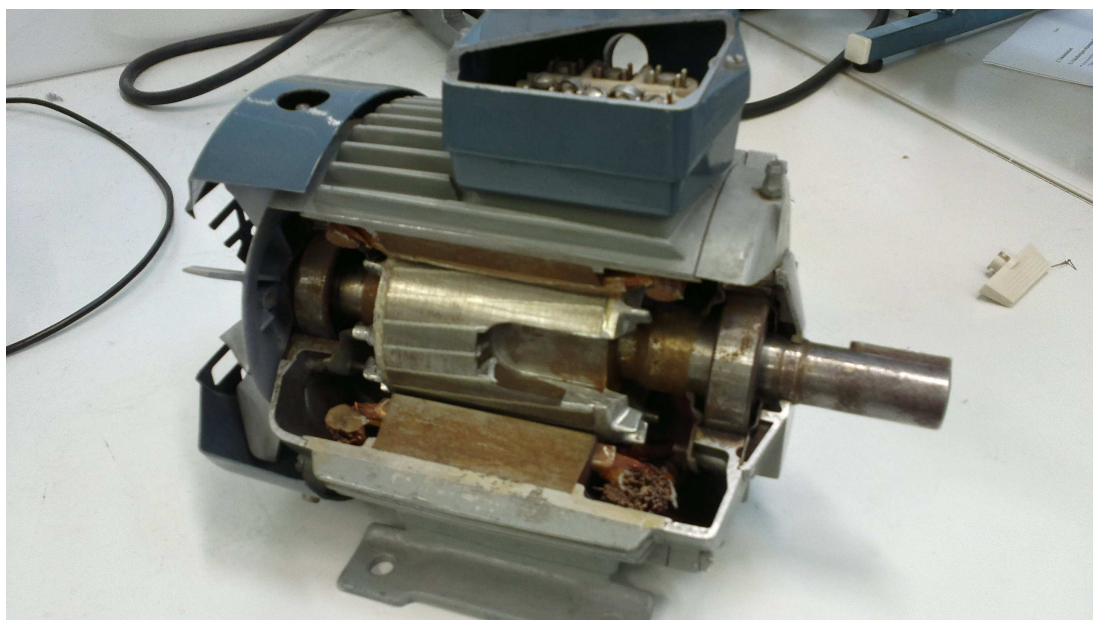
1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää nykyistä sähkölaboratoriossa opiske-
lua moottorikäyttöjen osalta. Nykyisiä moottorikäyttöjä tehdään isommilla mootto-
reilla mitä uudelle kampukselle tulevat Feston moottorit ovat. Vanhat komponentit
on myös tarkoitus päivittää uudempiin joita voi käyttää pienemmillä moottoreilla.
Vanhat moottoripenkit korvataan myös pienemmillä siirreltävillä Feston moottorites-
tipenkeillä. Uudella laitteistolla on tarkoitus saavuttaa havainnollisempaa oppimista.
Uuden laitteiston mukana tulee myös tietokoneohjelmisto, jolla voidaan tehdä kyt-
kentöjä ja testata niiden toimintaa ennen siirtymistä varsinaisiin moottori käyttöihin.

2 OIKOSULKUMOOTTORI

2.1 Rakenne

Sähkömoottoreista oikosulkumoottori on yleisin tyypiltään. Ne käyttävät teollisuudessa koneita, pumppuja, kuljettimia, tuulettimia, nostureita ja työstökoneita. Moottoreiden tehot voivat vaihdella wateista aina megawatteihin. Rakenteeltaan oikosulkumoottorit ovat joko yksi- tai kolmivaiheisia. Moottorin toiminnan kannalta tärkeimmät sähköiset ja magneettiset osat ovat staattori ja sen urien käämitys sekä roottori ja sen käämitys. Staattori, roottori ja niiden välissä oleva ilmaräli muodostavat magneettipiirin. Staattori ja roottori on valmistettu ohuista dynamolevyistä jotka on eristetty toisistaan. (Jukka Ahoranta 2006, 276)



Kuva 1. Oikosulkumoottorin rakennekuva.

2.2 Toiminta

Oikosulkumoottorissa on oikosuljettu moottorikäämitys josta se on myös saanut nimensä. Oikosulkumoottoria voidaan kutsua myös induktiomoottoriksi koska roottorivirta syntyy induktion avulla eli pyörivä magneettikenttä indusoi jännitteen roottorikäämitykseen. Toinen nimitys sille on epätahtimoottori, koska roottori pyörii hitaammin kuin staattorikenttä.

Staattorikäämitykseen oikosulkumoottorissa syötettävä jännitteen taajuus määrää moottorin pyörimisnopeuden. (Jukka Ahoranta 2006, 279)

Uusien moottorien valmistaja on Festo. Feston moottorit valittiin koska ne ovat suunniteltu laboratoriokäyttöön. Uudet moottorit ja testipenkit ovat myös fyysisesti pienempiä kuin vanhat, joten ne sopivat paremmin uudelle kampukselle. Uuden testipenkin mukana tuli myös yhteensopiva Fluidsim tietokoneohjelmisto, jolla voidaan tehdä kytkentöjä ennen varsinaisia moottorikäyttöjä.



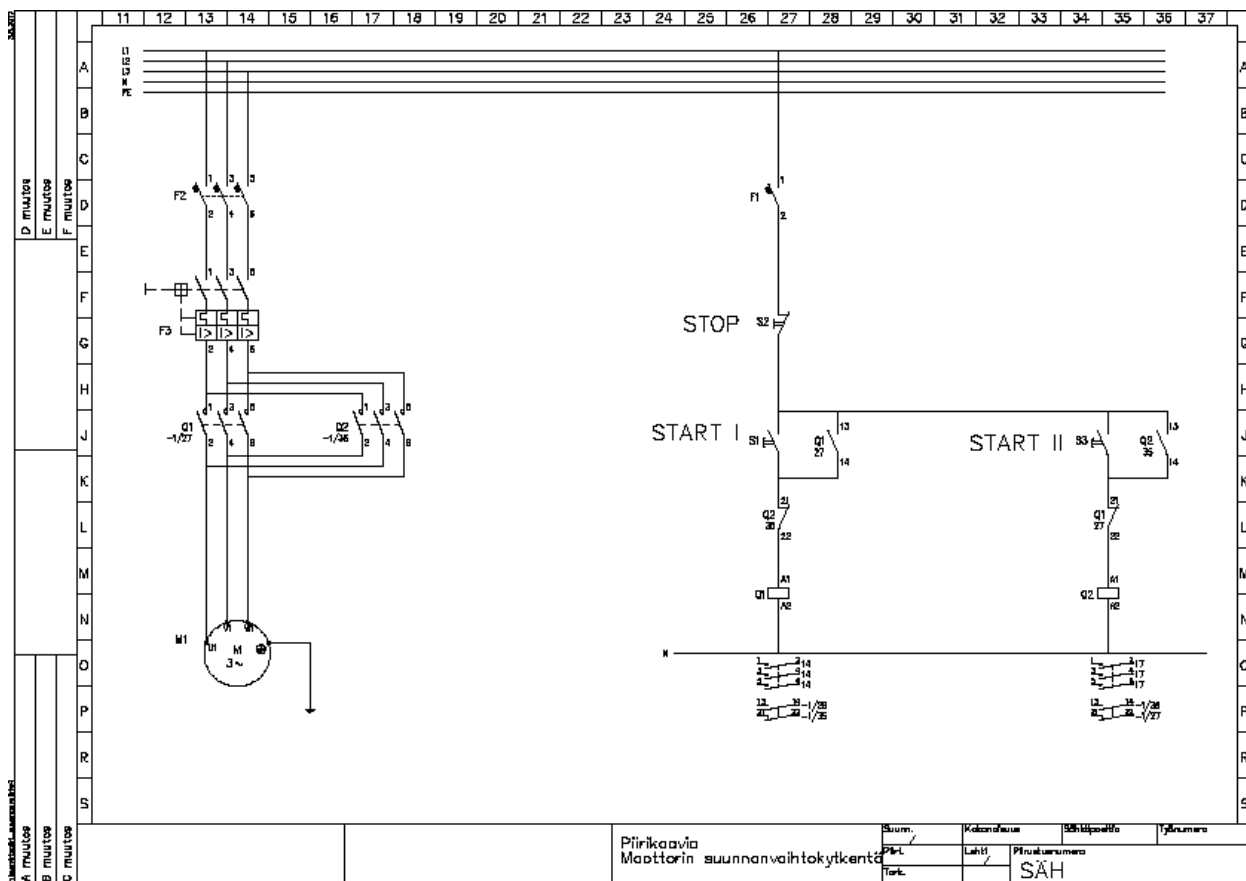
Kuva 2. Feston oikosulkumoottori 230/400V

Taulukko 1. Oikosulkumoottorin tyyppikilpi

Nimellisteho	0.25 kW
Pyörimisnopeus	1,350 rpm
$\cos \phi$	0.79
TähtikytKentä	400 V/0.76 A
KolmiokytKentä	230 V/1.32 A

3.2 Suunnanvaihto

3-Vaihe moottorissa suunnanvaihto toteutetaan kontaktoreilla. Kytkeä käytetään esimerkiksi kohteissa, joissa tarvitaan hihna liikkumaan edestakaisin.



Kuva 4. Piirikaavio

Kuvassa 4. esitetty 3-vaiheisen oikosulkumoottorin suunnanvaihtokytkentä.

Moottorin suunnanvaihtokytkennän ohjausvirtapiirikaavio toteutettuna 0, I ja II painapeilla jossa myös hätä-seis kytin.

Moottorin suunnanvaihtokytkennän päävirtapiirikaavio jossa toinen kontaktori vaihtaa vaihejärjestystä.

3.3 Taajuuskäyttö

Oikosulkumoottoria voidaan ohjata taajuusmuuttajalla säätämällä moottorin syöttötaajuutta ja – jännitettä näin moottorista saadaan haluttu vääntömomentti ja pyörimisnopeus.

Taajuusmuuttaja mitoitetaan 0.25 kW moottorin mukaan. Valintakriteerejä labrakäytössä olivat Profinet kenttäväylä liitäntä, safe torque off (STO) sekä liittäminen tietokoneeseen ohjelmointiohjelmaa varten.

STO-turvatoiminto palauttaa sähkömoottorin momentittomaan tilaan katkaisemalla virransyötön taajuusmuuttajasta. (ABB 2017)

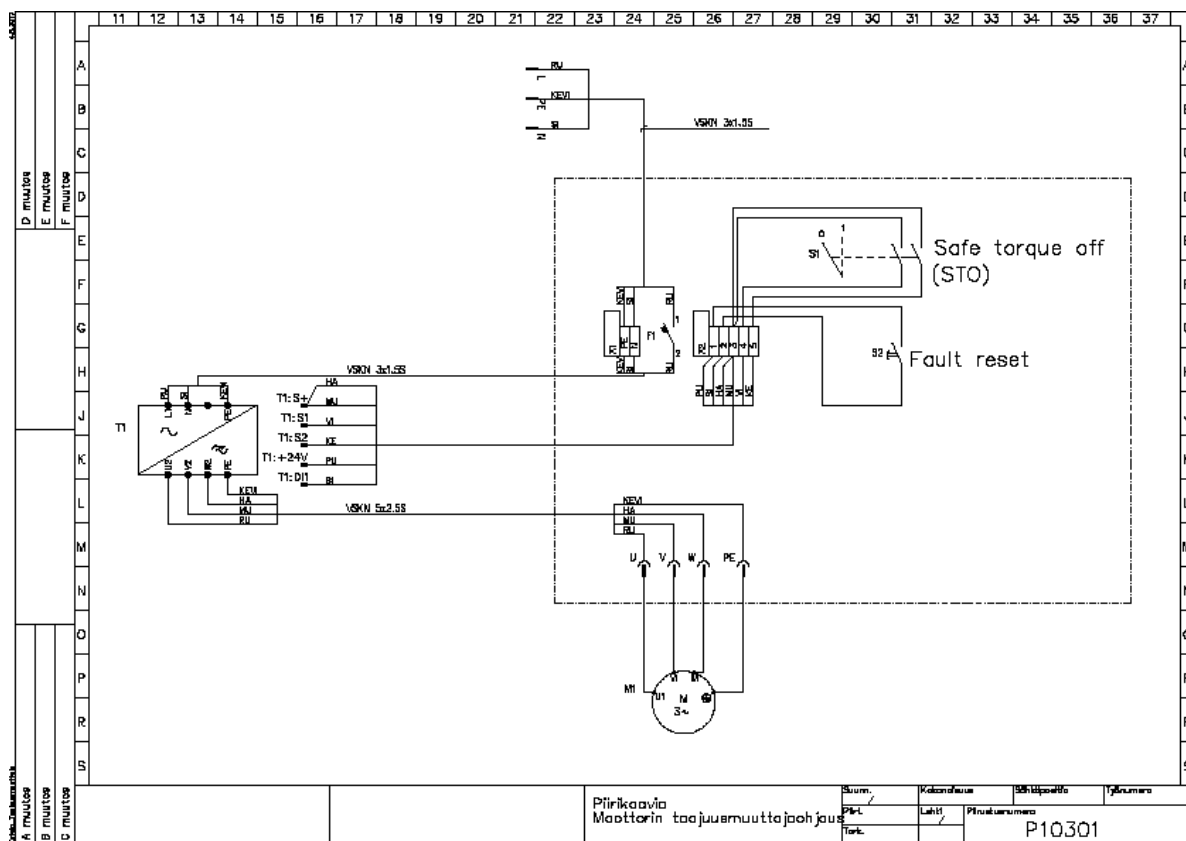
Taajuusmuuttajaksi oikosulkumoottoria ohjaamaan valittiin ABB:n ACS380 malli, josta löytyi halutut toiminnot.

Taajuusmuuttaja asennetaan alumiiniseen telineeseen pystöasentoon asennusohjeiden mukaisesti. Taajuusmuuttajan viereen asennetaan kotelo, johon tulee syöttö automaattivarokkeen C10A kautta taajuusmuuttajalle. Taajuusmuuttajan lähtökaapeli asennetaan samaan koteloon, josta saadaan kytkettyä virta sähkömoottorille naparuuvien kautta. Koteloon tulee myös keinukytkin STO piirille, jolla voidaan testata sen toimintaa sekä fault reset painonappi.

Kuvassa 5. Taajuusmuuttaja muutettu laboratorio käyttöön sopivaksi.



Kuva 5. ABB ACS380 Taajuusmuuttaja.



Kuva 6. Taajuusmuuttaja kytkennän piirikaavio

3.4 Hätä-seis piiri

Hätä-seis piirillä tarkoitetaan kytkentää joka kytkee esimerkiksi sähkömoottorin syötön jännitteettömäksi.

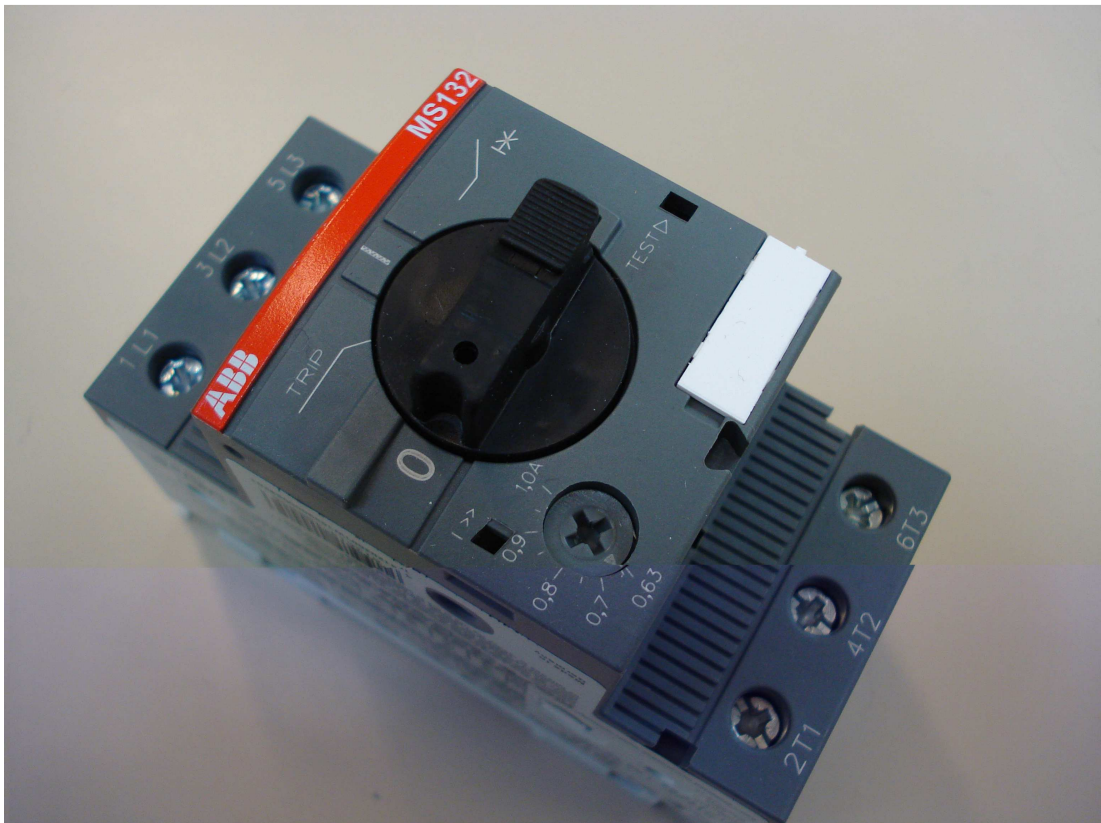
Piiri voidaan totauttaa helpoiten lisäämällä hätä-seis painike eli avautuva kosketin ohjausvirtapiirin eteen. Hätä-pysäytys voidaan tehdä myös erillisellä turvareleellä. Turvareleeseen voidaan kytkeä lisäksi rajakytkimiä, hätä-seis-painikkeita, kuittaus-painikkeita, antureita, sekä muita turvatoimintoja.

4 OHJAUS -JA SUOJAUSKOMPONENTIT

4.1 Moottorinsuojakytkin

Moottorinsuojakytkintä voidaan käyttää suoraan moottorin käynnistämiseen ja se mitoitetetaan moottorien tehon ja virran mukaan.

Moottorinsuojakytkin mitoitetetaan moottorin nimellisvirran mukaan. Moottorinsuojakytkin suljetaan mekaanisesti ja se avautuu jos säädetty virta-arvo ylittyy.



Kuva 7. ABB:n moottorinsuojakytkin

4.2 Kontaktori

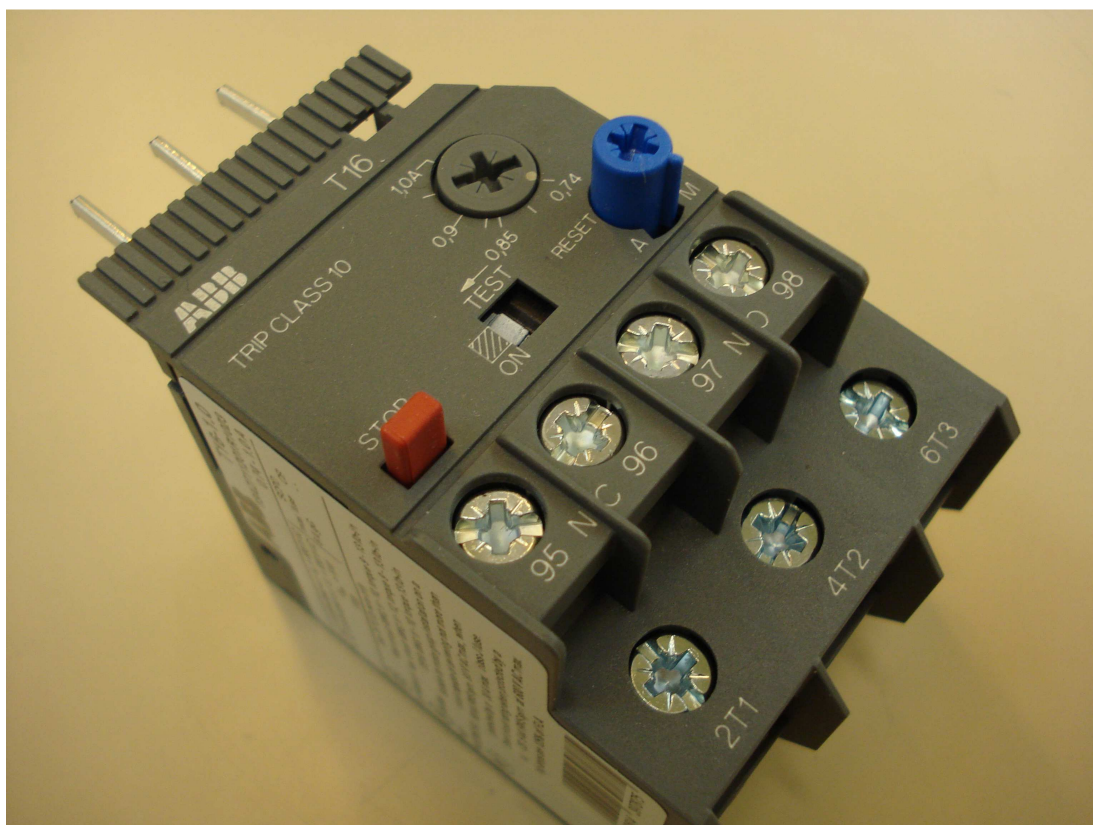
Normaalisti kontaktorit valitaan moottori nimellisvirran mukaan. Tässä tapauksessa kontaktorit ylimitoitetaan sähkömoottoreille, jotta myöhemmin niitä voitaisiin käyttää myös suurempitehoisten sähkömoottoreiden kanssa.



Kuva 8.

4.3 Lämpörele

Lämpörele valitaan siten että virta-arvoa voidaan säätää moottorin ottamalle virralle. Lämpöreleen ruuviliittimissä 95 ja 96 oleva avautuva kosketin voidaan liittää ohjauspiiriin jolloin saadaan lämpöreleen lauettua myös kontaktorin pääkoskettimet päästämään.

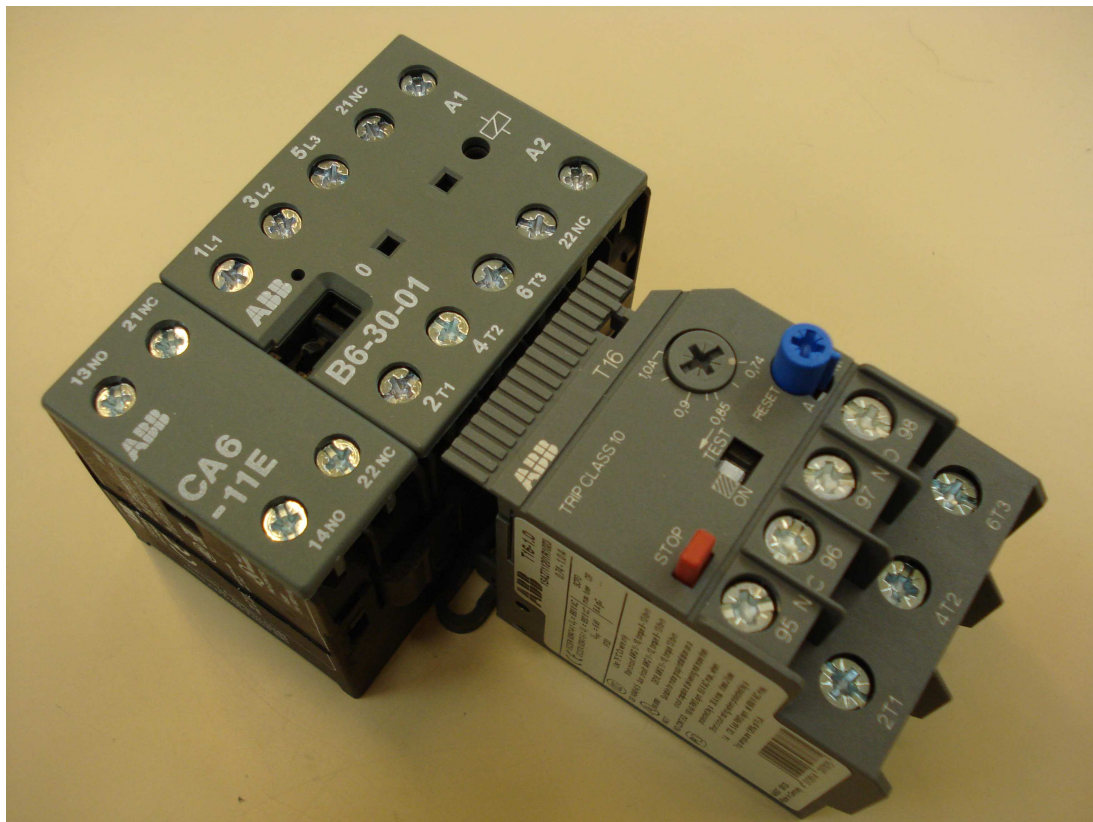


Kuva 9.

4.4 Painonapit

Ohjauspiirissä käytettiin moottorin käynnistämiseen painonappeja tai kytkimiä. Painonapeiksi valitsit Schneider electricin valmistamat painonapit sekä hätä-seis kytkimen. Lämpöreleen kuittauspainikkeeseen valitsin kytkentärasian kanteen tulevan painonapin jossa on R merkintä jotta lämpöreleen kuittaus voitaisiin tehdä turvallisesti.

Kontaktori, moottorin suojakytkin ja lämpörele koteloidaan joten niiden fyysinen koko oli yksi valintakriteeri. Valitsin käytettäväksi minikontaktorit ABB:lta niiden pienen fyysisen koon sekä tarvittavan tehon keston vuoksi.



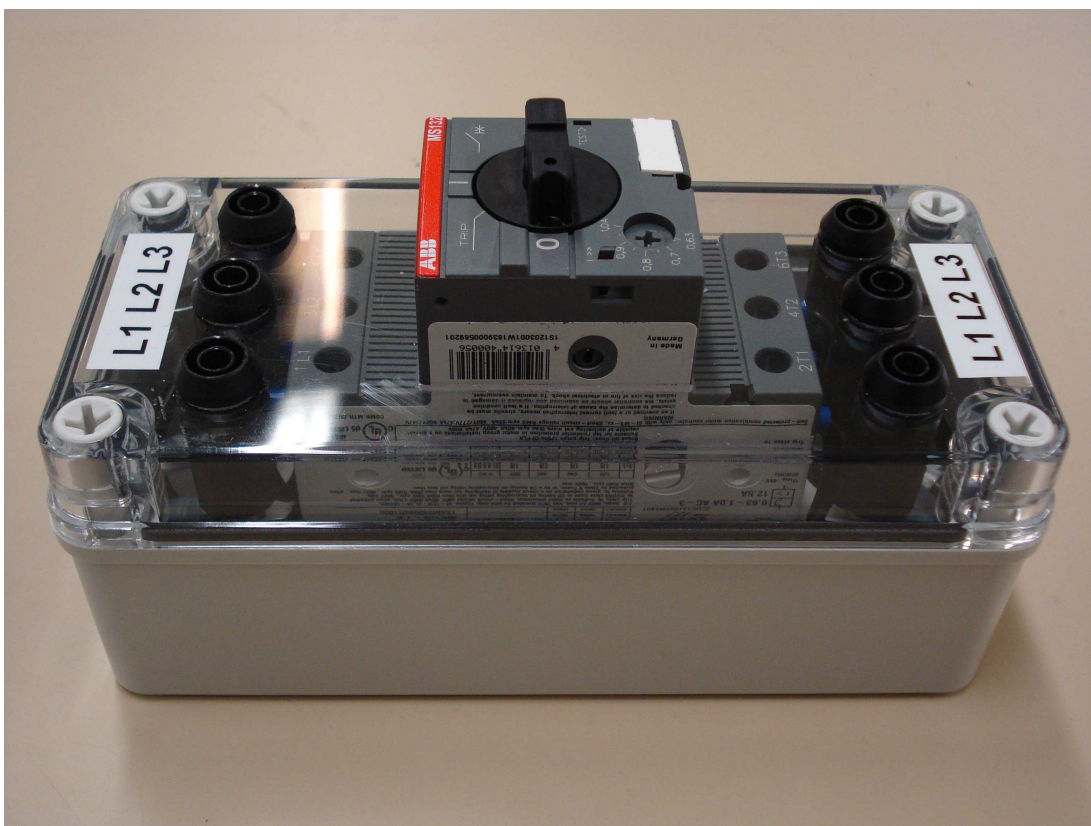
Kuva 10. ABB:n minikontaktori johon kytketty lisäapukoskettimet ja lämpörele.

5 KOMPONENTTIEN KOTELOINNIT JA PIIRIKAAVIOT

Komponentit koteloidaan siten että niitä olisi turvallista käyttää laboratorio ympäristössä. Kotelointi luokaksi määritin IP20.

Laboratoriokäytössä olevia komponentteja on aikaisemmin keloitettu Fiboxin koteloidilla, joten valitsin saman valmistajan. Kotelomalliksi valittiin kirkkaalla kannella olevan, jotta komponentti olisi tunnistettava. Koteloihin asennetaan liittimet, jotta komponentteja voidaan kytkeä toisiinsa banaaniliittimillä.

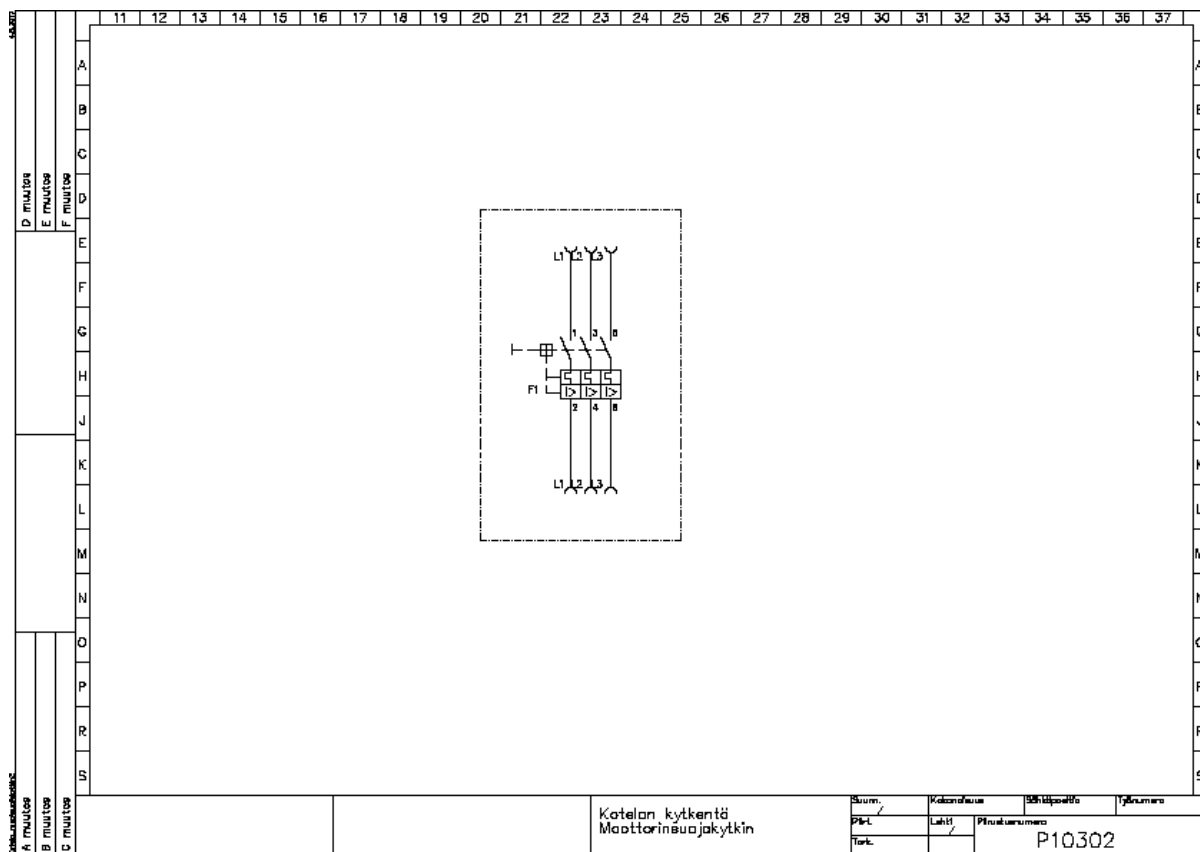
5.1 Moottorinsuojakytkin



Kuva 11. Moottorinsuojakytkin.

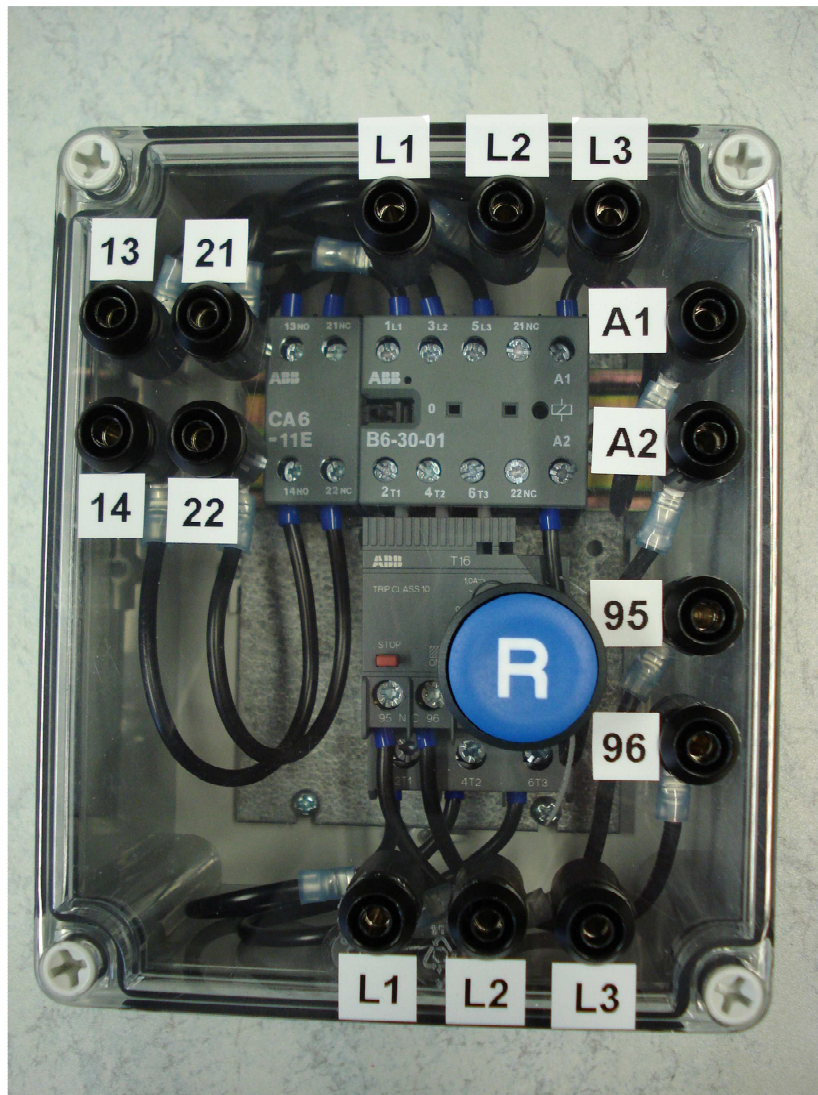
Moottorinsuojakytkin koteloitiin jättämällä I-O -kytkin sekä virtasäätöalue kotelon ulkopuolelle jotta kotelo ei tarvitsisi aukaista aina kytkintä käytettäessä.

Kuvassa 12 on 3-vaiheinen moottorinsuojakytkin koteloituna joka valittiin oikosulkumoottorille.

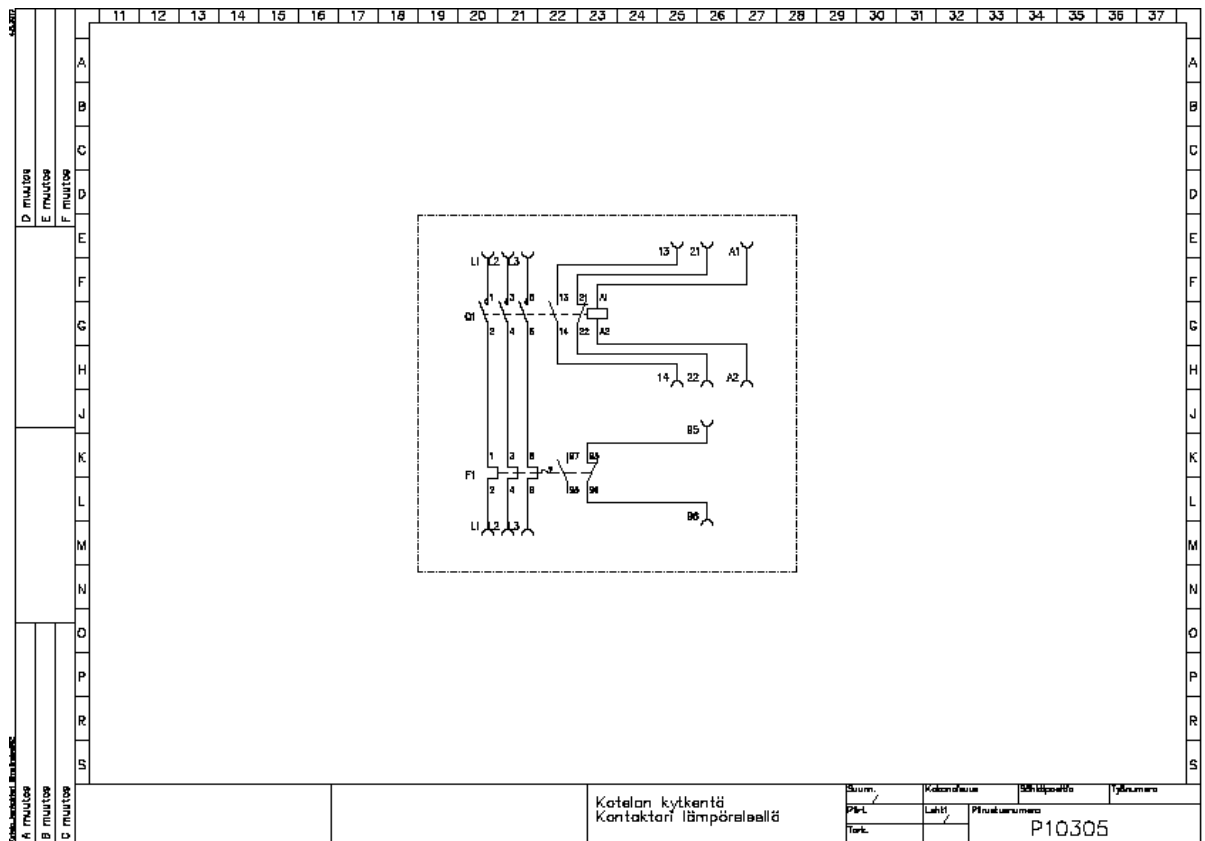


Kuva 12. Moottorinsuojakytkimen kytkentä kotelossa.

5.2 Kontaktori, lämpörele -ja apukosketinmoduuli



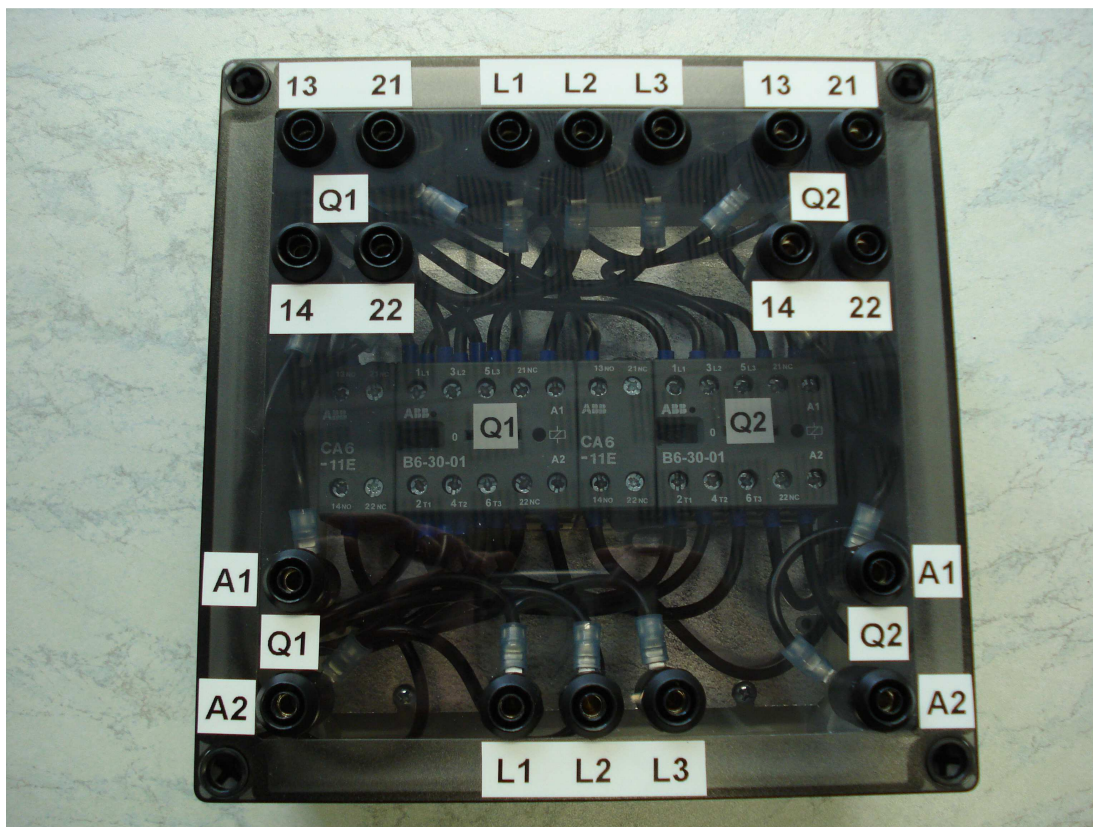
Kuva 13. Koteloitu kontaktori, lämpörele ja apukosketinmoduuli.



Kuva 14. Kontaktorikotelon kytkentä.

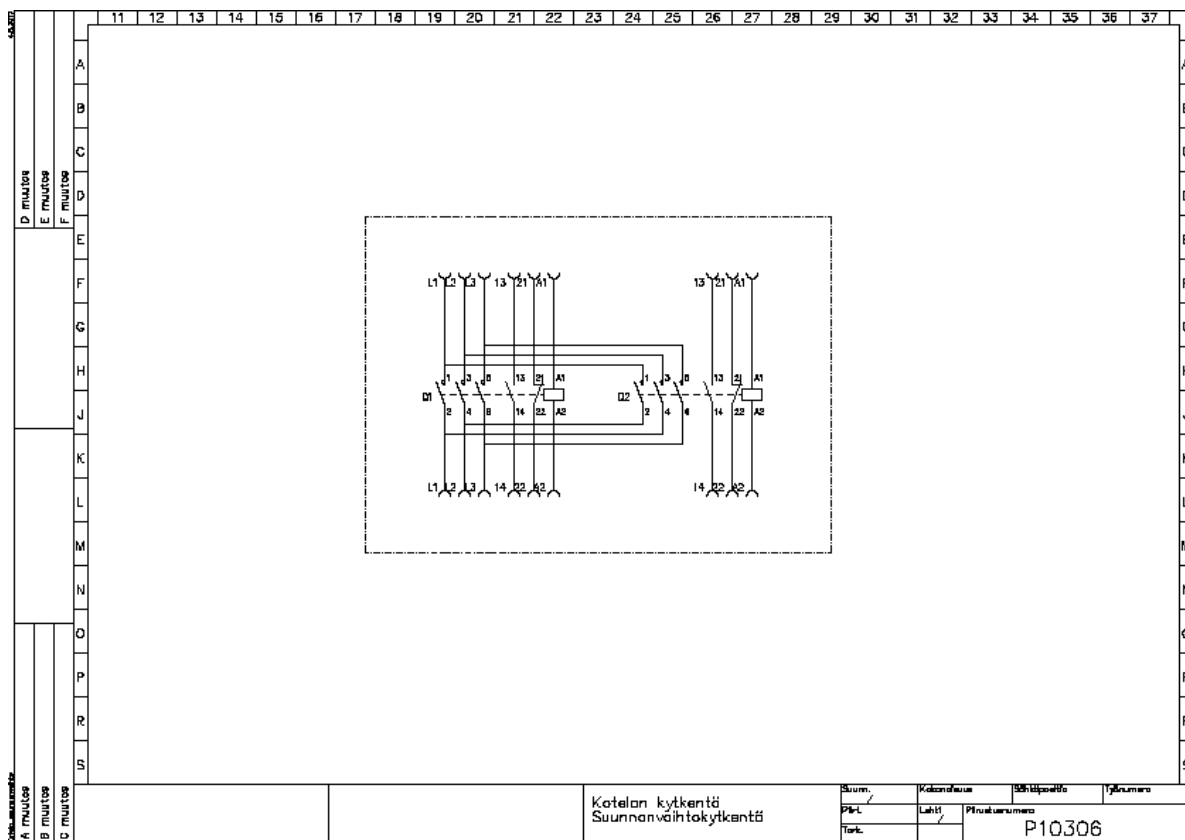
Kuvassa 14 on kontaktori, apukosketinmoduuli -ja lämpöreleketelon kytkentäkuva.

5.3 Suunnanvaihtokontaktorit ja apukosketinmoduulit



Kuva 15. Koteloituna oikosulkumootoriin tarkoitetut suunnanvaihto kontaktorit.

Kuvassa 15 on koteloituna oikosulkumootorin suunnanvaihdossa tarvittavat kaksi kontaktoria sekä tässä tapuksessa kaksi lisääpukosketinmoduulia.

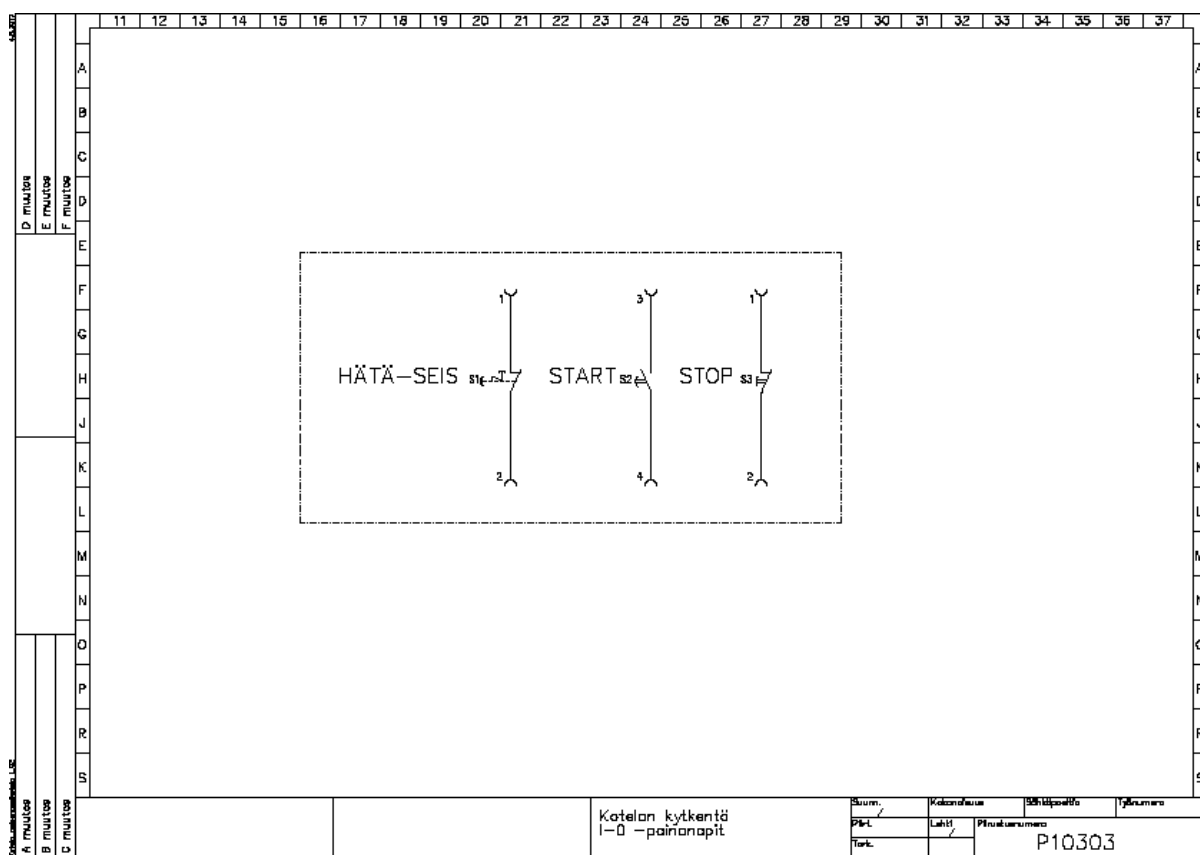


Kuva 16. Suunnanvaihtokytkentäkotelon piirikaavio.

5.4 Painonapit



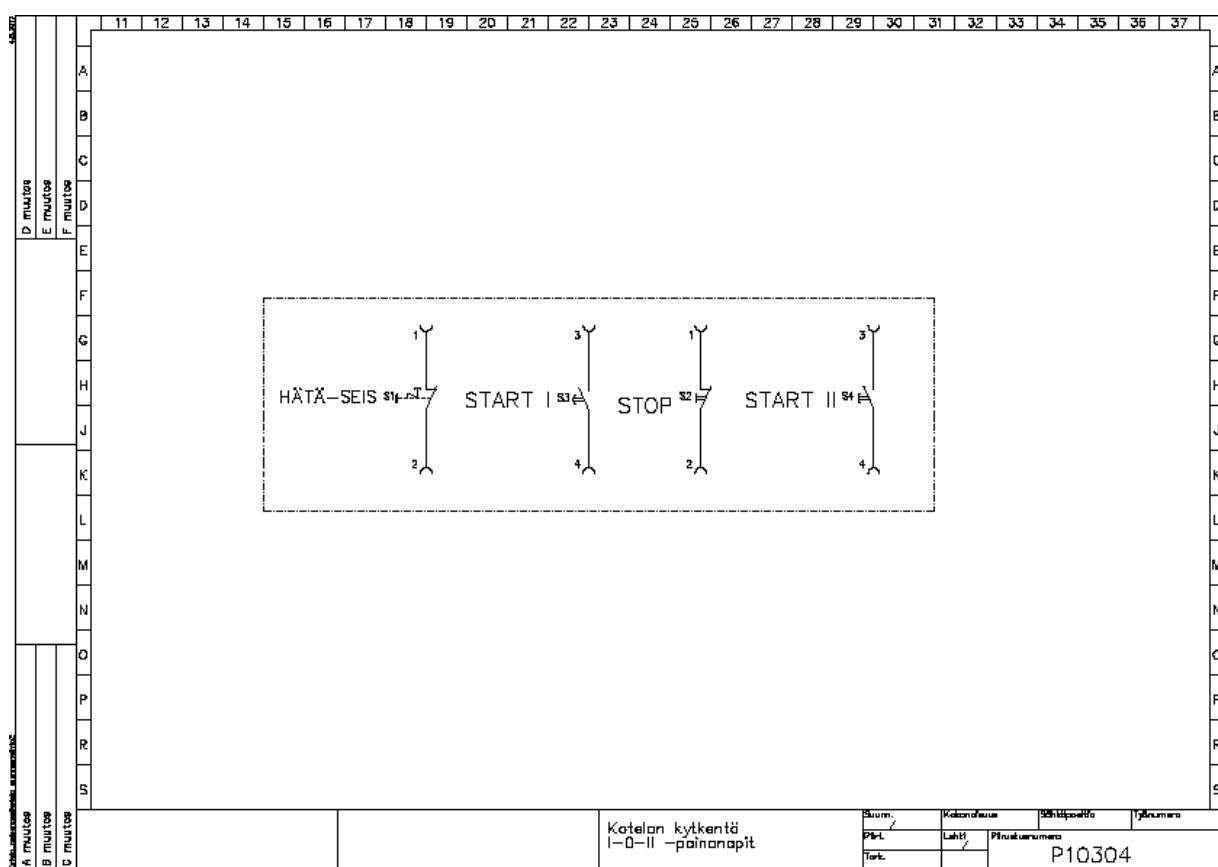
Kuva 17. Koteloitu I-O –painonapit hätä-seis kytkimellä.



Kuva 18. Painonappikotelon kytkentä



Kuva 19. Koteloitu I-O-II –painonapit hätä-seis kytkimellä.



Kuva 20. Painonappikotelon kytkentä

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli kehittää sähkölaboratoriota oikosulkumoottori käyttöjen osalta. Satakunnan ammattikorkeakoulu siirtyi uusiin tiloihin joihin tuli myös uusia laboratorio laitteita. Laitteiden käyttö tarvitsi suunnittelua toimiakseen tehokkaammin uudessa oppimisympäristössä.

Sähkölaboratorio on saanut uusia oikosulkumoottorikäyttöihin sopivia ohjainlaitteita sekä dokumentteja komponenttien lisää rakentamiseen. Rakennetuista komponenteista on tehty osaluettelo.

Opinnäytetyössä olen perehtynyt oikosulkumoottoriin ja sen käyttöihin joita myös sähkölaboratoriossa voidaan hyödyntää.

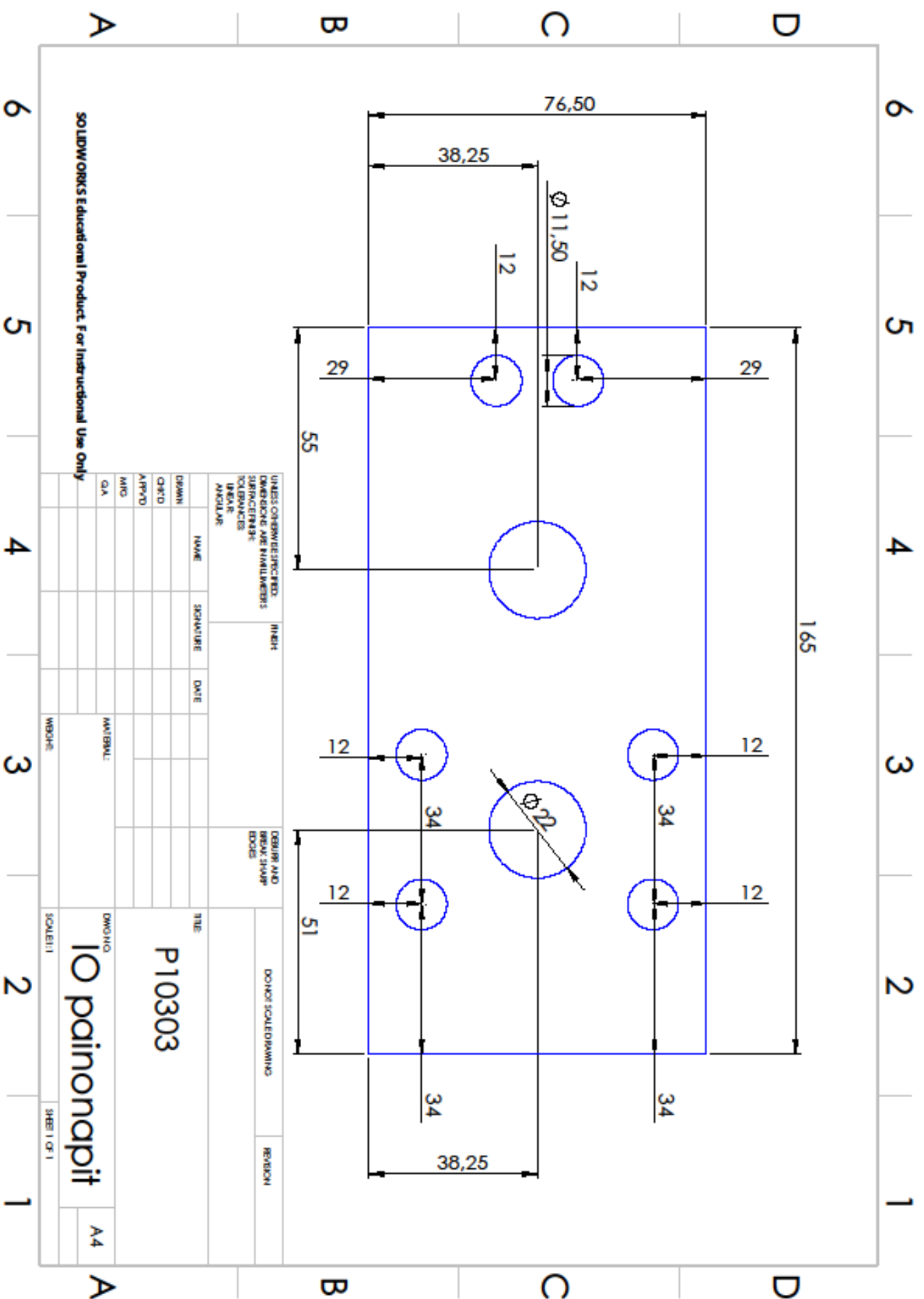
LÄHTEET

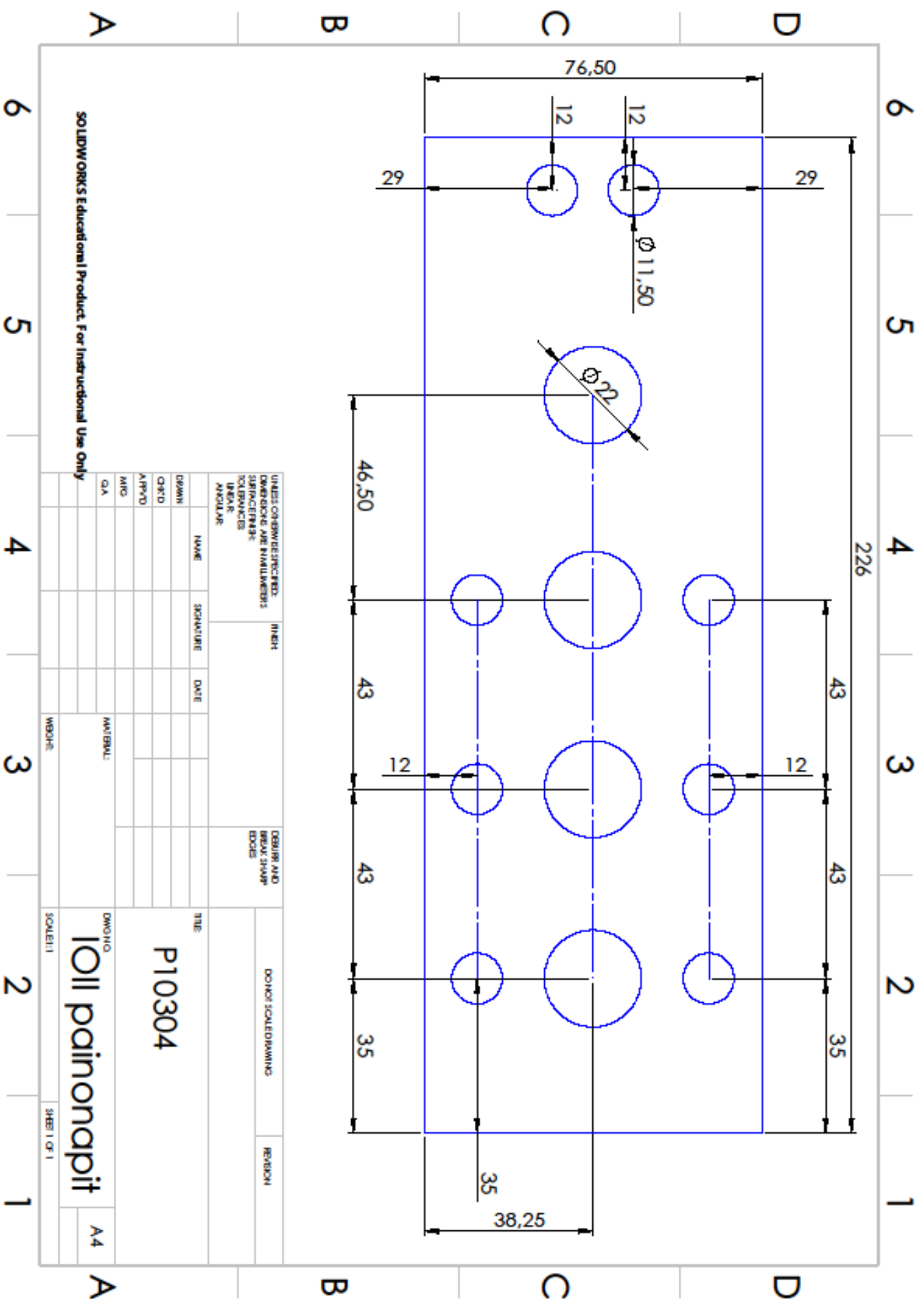
SFS-EN 1037 + A1 Koneturvallisuus. Odottamattoman käynnistymisen estäminen, 2008. Viitattu 28.3.2017. <http://www.sfs.fi>

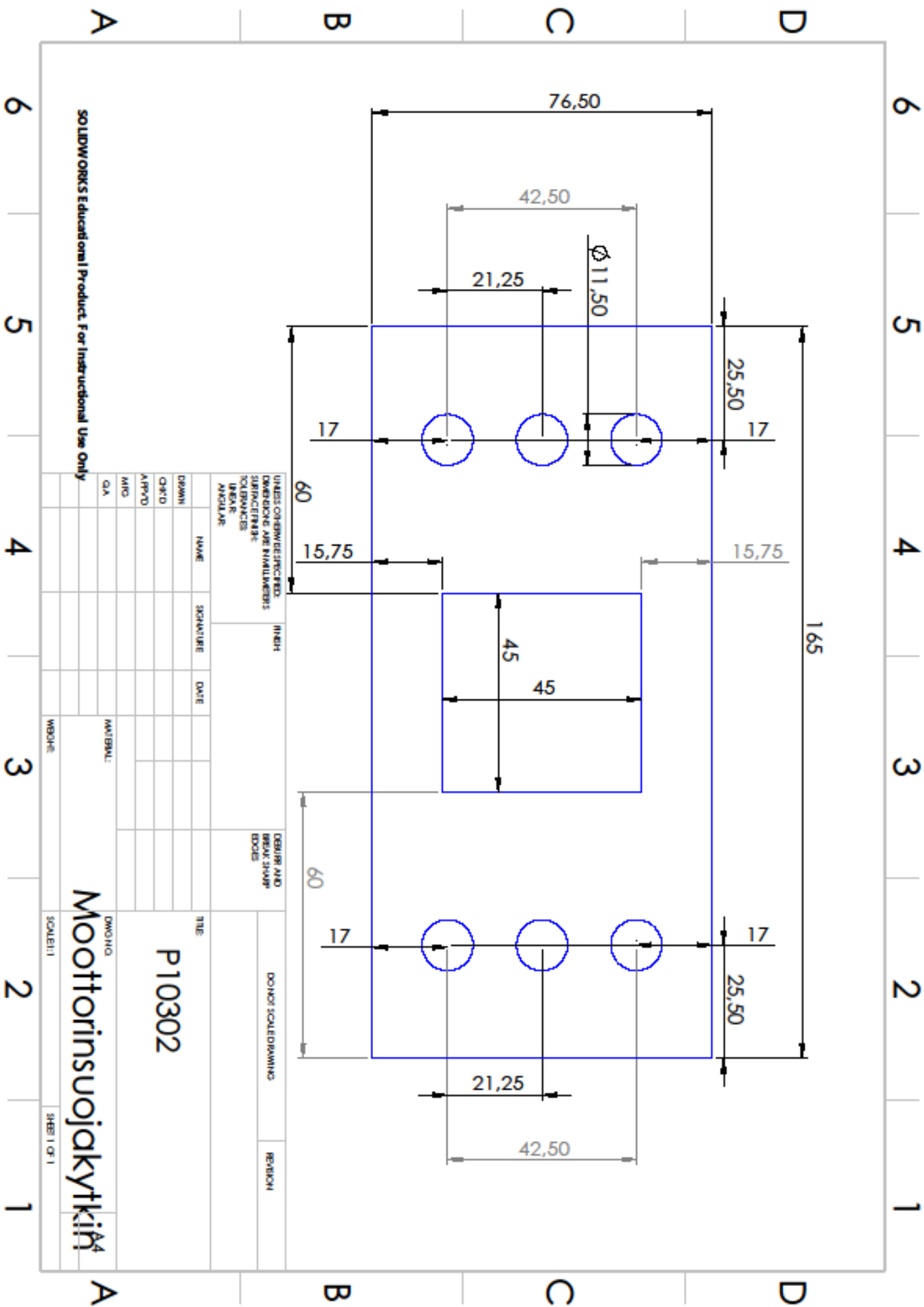
SFS-EN 60204-1 .Sähkötekniikka, yleistä Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset, 2006. Viitattu 28.3.2017. <http://www.sfs.fi>

Jukka Ahoranta, 2006. Sähkötekniikka. Viitattu 16.5.2017.

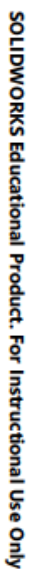
ABB Tyypilliset turvatoiminnot 2017. Viitattu 16.5.2017.
<http://new.abb.com/drives/fi/turvallisuus/turvatoiminnot>







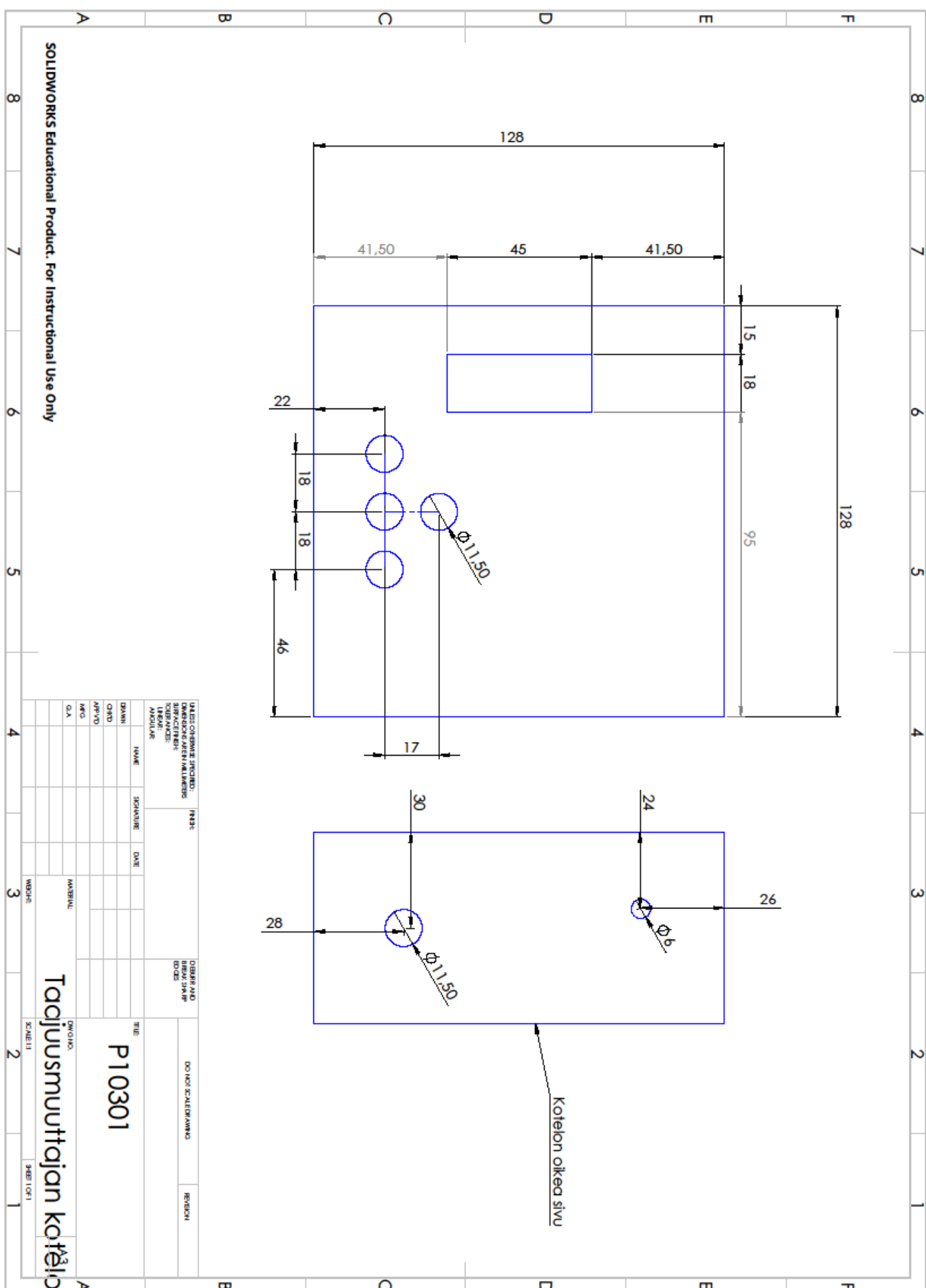




P10306

LOW-G/NO₂
Kontaktori suumanyaito

ULAJIS OLSIMINI SPICIMUS: (P43E) DAWIDECIE ALEH IMAIWEING DAWIDECIE ALEH IMAIWEING SCIENTIFIC NAME: LABEL: ACRYLIC LAKE		DUBBIN AND BRUSH SHAP CODES		DO NOT SCALE/STAMP RESEARCH	
DRAWN CARD APPROV PHOTO G.A.	NAME SEX DATE DATE DATE DATE	SPECIMEN DATE DATE DATE DATE	TITLE P10306	DAWIDECIE CONTACTOR SCIENTIFIC	RESEARCH RESEARCH RESEARCH RESEARCH RESEARCH



LIITE 7

Osaluettelo sähkölaboratorion laitteisiin 19.5.2017

P10302 Moottorisuojakytkin	kpl	Valmistaja	sähkönumero	Muuta
Moottorisuojakytkin	1	MS132-1.0	3705989	asetusalue 0,63-1,00
Kotelo	1	Fibox 8784007	3423559	170x80x65
din-kisko				
naparuuvit	6			
2,5mm + päätehyysyt ja abikoittimet				

P10305 (Kontaktori, lämpörele ja apukosketinmoduuli)	kpl	Valmistaja	sähkönumero	Muuta
Kontaktori	1	B6-30-01/230	3845102	
lämpörele	1	T16-1.0	3706140	bimetalli, 1,74-1,00A
apukosketinmoduuli	1	CA6-11E	3845090	svukilinnitteiset
reset painike	1	XB5AAB6102	2321488	
Kotelo	1	Fibox 8784015	3423567	140x170x95
pohjalevy	1	Fibox 8524064	3423910	
din-kisko				
naparuuvit	14			
2,5mm + päätehyysyt ja abikoittimet				

P10306 (Suunnannvaihtokontaktori ja apukosketinmoduuli)	kpl	Valmistaja	sähkönumero	Muuta
kontaktori	2	B6-30-01/230	3845102	
apukosketinmoduuli	2	CA6-11E	3845090	svukilinnitteiset
Kotelo	1	Fibox 6016940	3413047	180x180x100
pohjalevy	1	Fibox 5514079	3424963	
Din-kisko				
naparuuvit	18			
2,5mm + päätehyysyt ja abikoittimet				

**Osaluettelo sähkölaboratorion laitteisiin
19.5.2017**

P10303 (Hätä-seis ja I-O-painikkeet)	kpl	Valmistaja	sähkönumero	Muuta
häät-seis painike	1	Schneider Electric	2320245	
Kaksospainike (I-O)	1	Schneider Electric	2318483	
Kosketinyhde, 1s+1a	1	Schneider Electric	2320934	
Kotelo	1	Fibox 8784007	3423559	170x80x65
näpäräruuvit	6			
2,5mm + päätehyssyt ja abikoillittimet				

P10304 (Hätä-seis ja I-O-II painikkeet)	kpl	Valmistaja	sähkönumero	Muuta
häät-seis painike	1	Schneider Electric	2320245	
painonappi (I)	1	Schneider Electric	2320764	
Kosketinyhde, sulkeutuva	1	Schneider Electric	2320926	
painonappi (O)	1	Schneider Electric	2320776	
Kosketinyhde, avautuva	1	Schneider Electric	2320928	
painonappi (II) Painike valkoinen	1	Schneider Electric	2320734	
Kosketinyhde, sulkeutuva	1	Schneider Electric	2320926	
Kotelo	1	Fibox 8724011	3423513	230x80x65
näpäräruuvit	8			
2,5mm + päätehyssyt ja abikoillittimet				

P10301 Taajuusmuuttajan kytkentä	kpl	Valmistaja	sähkönumero	Muuta
Taajuusmuuttaja	1	ABB ACS380		ACS380-040C-03A7-1-K475 FENA-21-M
Automaattivaroike	1	CIO		
Riviliittimiä	7			
Keinukytkin 2-nap (ON-OFF)	1			halkeaisija: 6mm
Painonappi 1-nap	1			halkeaisija: 11,5mm
Kotelo	1	Fibox 6081308	3420532	130x130x75
Din-kisko				
Näpäräruuvit	4			